

## 第1章

### 技術の礎石と飛躍

開発本部長代理 植田 厚三



#### 1.1 まえがき

昭和47年富士通株式会社からラジオ部門が分離、独立し設立された富士通テン株式会社の技術は、大正9年2月設立の川西機械製作所が、昭和8年に弱電工業へ進出を図ったことにさかのぼる。航空機の製造を手がけた飛行機部が分離独立したことによる空白を埋めるため、川西龍三社長から「飛行機より速いものを開発せよ」との指示を受け、通信機や真空管の国産化を目指したことに始まる。その後、24年8月に設立された神戸工業に引き継がれ、真空管・半導体・無線機など数々の成果を生んだ先進技術が富士通テンの基盤技術となっている。その技術が、カーオーディオ事業発展の礎石となり、その後モートロニクス事業へと飛躍していった。

#### 1.2 わが国真空管工業揺籃期に開発着手

昭和8年川西機械製作所の時代に、真空管用金属材料モリブデン・タングステンの冶金に成功すると共に真空管特殊硬質硝子の製法をマスターし、小型真空管から大型多極管へと段階的に製造技術を固めながら、一貫作業による製品の均質性を確保する準備を行った。10年には、受信管、送信管、X線管などの試作を始めた。

13年9月に電子工学の世界的権威であるドイツ・ドレスデン工科大学のバルクハウゼン博士を招聘し、一週間にわたって直接その指導を受けた

技術者が将来の発展を築くことになった。京都大学の助教授から転身し、新しい技術の研究開発に極めて旺盛な熱意を有していた高尾繁造常務（後神戸工業社長）によって、楠瀬雄二郎博士が研究所所長として、通信省電気試験所から招聘された。また中間管理職も多くの人材が外部から集められ、野上秋太郎部長（後神戸工業常務）の下で活躍した。戦後大いに活躍する有住徹弥氏（後名古屋大学教授）、大脇健一氏、佐々木正氏等の多彩な人材も、就職難のこの時代に入社してきた。真空管の権威となる佐々木氏（後シャープ副社長）は京都大学の加藤信義教授（兼当社顧問）が送り出した弟子の一人であった。大阪大学理学部の岡部金治郎教授にも顧問を要請したが「官立は公正な立場でなければならない」と自分の代わりに送り込んだ大脇氏（後広島工業大学教授）が進行波オシロ管を生み、後年プラズマディスプレイ開発の端緒を開いた。

戦前、受信管で日本放送協会ラジオ機器認定を受けた同社は、戦後の22年にスーパー受信用6WC5を開発、翌年3月量産を始めると、一躍市場を席卷し、スーパー用標準となるほど高い評価を受けた。

26年米国RCA社と日本で最初の技術提携を行い、ミニチュア管を中心に量産技術を確立した。この技術は当初トヨペット・クラウン用オートラジオを製作する基盤として不可欠であり、大い

に貢献した。

29年には、信頼度向上を目的として高信頼管の研究を開始し、32年に生産を始めた。この時、日本電信電話公社の要請により超々多重同軸用GM管を開発納入し、長寿命化の技術を確認した。

一方送信管、特殊管の開発にも力を注いだ。水冷管、強制空冷大型管などの製作に始まり、通信機用送信管を製造する。24年には、わが国最初の内部空洞型マグネトロンを完成させ、26年に金属反射型クライストロンの試作研究を開始した。

これら真空管の開発を通し材料の研究に力を注いでいたことが、その後、半導体にいち早く着目し導入する礎となった。

### 1.3 日本で最初の半導体開発に着手

昭和29年1月中旬東京でトランジスタ、ダイオードなどの展示会を行った時、日本の民間企業としては初めてトランジスタラジオ（図1.1）の試作品を、関係官庁や業界の人々に公開した。このラジオのスイッチを入れたのが、後にトンネルダイオードを発明し、ノーベル賞を受賞した江崎玲於奈氏（現筑波大学学長）で、製品説明は、当社の半導体開発を決めた有住氏が行った。江崎氏は展示会に間に合わせるためトランジスタの試作を急

いだが、できあがったのは28年暮れ正月の直前であった。回路設計を担当した小谷清一氏（後当社技術部長）は、正月休暇を返上してラジオの製作に当たり、ようやく展示会に間に合った。そのラジオの音はかすかなものであったが、その技術は来るべき時代の黎明を告げる音として、心打つものがあった。

これに先立ち、24年半導体金属の結晶構造、シリコンの精製、同結晶成長など、基礎研究を開始し、整流理論およびシリコン整流器の実験を行った。25年には、わが国で初めてシリコンダイオードの試作に着手し、26年製品化に成功した。

真空管の酸化物陰極を研究し、物性の権威であった有住氏は、26年技術提携先のRCA社ハリソン工場で、初めてゲルマニウムの単結晶を見た時、これは将来真空管に代わる技術になると直観し、27年トリウムタングステン陰極の研究をしていた江崎氏に点接触型ゲルマニウムトランジスタの研究に着手させ、高純度単結晶の試作に成功した。しかし、点接触型の場合ネガティブレジスタンスによる発振が生じ、その解析に江崎氏は頭を悩ますことになったが、後年ノーベル賞を受賞することになるトンネル効果の発見につながっていった。発振を解消するため、28年に接合型ゲルマニウムトランジスタの試作を成功させた。

31年量産技術を習得するため、藤森明技術部次長（現藤森技術研究所社長）がRCAに派遣された。同じ時、送信管、ブラウン管の製造技術を学びに行った坪井達夫製造部長（後当社常務）は帰国の翌年には半導体の製造部長となり、半導体部門の発展に力を尽くすことになった。技術提携したとはいえ、RCAからは半導体に関する基本的な技術資料が提供されるだけで、目の前で見る製造装置も図面が貰えず、写真もとれないため、週

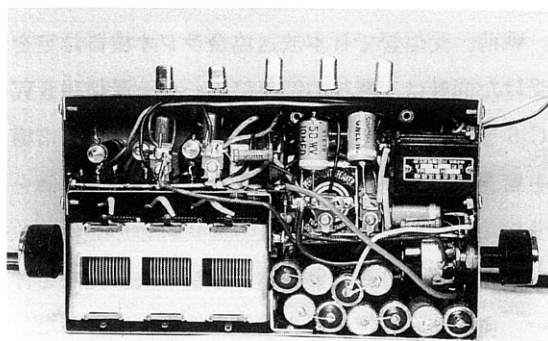


図1.1 トランジスタラジオ

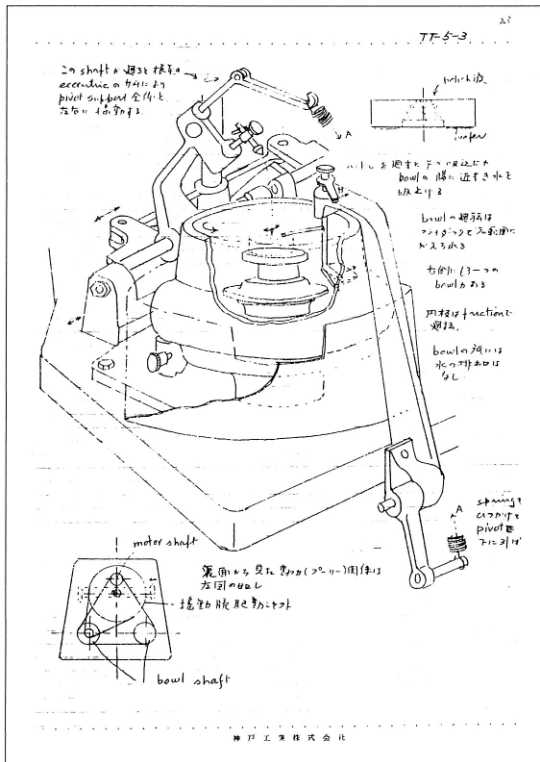


図1.2 スケッチ図(WAFER研磨機)

末にはスケッチとレポートを神戸へ郵送するのに費やされた。図1.2 に示すようなスケッチをもとに機械部が図面化し、次々と製造装置、治工具を作っていった。また英文資料に書かれていることが何故そうなるのかは、技術者が解読、議論しながら理解していく努力がなされた。

32年10Wアロイパワートランジスタを開発、33年低圧真空管とパワートランジスタの組合わせによるハイブリッド方式オートラジオを発表し、34年に日本で最初のオールトランジスタオートラジオの開発に成功した。オートラジオにパワートランジスタが採用され生産が急拡大する。他社が月産1万個程度の時、月産10万個を達成、収益改善に大いに貢献した。デバイス開発には多額の投資を必要とするが、製造メーカの付加価値を高めることを如実に示した。

パワー化と並んでもうひとつの課題であった高周波化については、ゲルマニウムからシリコン、さらにモビリティの高いGaAsなど化合物半導体へと研究が進展し、MET (Mesh Emitter Transistor) や富士通でのHEMT (High Electron Mobility transistor) の開発となって花を咲かせた。一方、富士通の得意分野であるマイコンやDSP (Digital Signal Processor) の半導体技術は、現在の当社商品の中に大いに生かされている。特にエコーキャンセラなど産業用に使われていたDSPチップが、世界で初めて車載用音場制御機器に採用され、『DSPは富士通テン』と当社の技術力を高めるのに非常に貢献した。

#### 1.4 無線装置の開発

昭和11年より国際通信用無線局、軍用無線機、船舶用無線機などを製造していたが、終戦とともに民需転換を図り、船舶用無線機の製造に着手した。23年にVHF-FM無線機を開発、またNHKからは10kW放送機を受注、その後多くの民放用放送機を受注に成功した。24年には日本電信電話公社電気通信研究所が神代一箱根(双子山)間で行ったマイクロ波通信の実験に参画した。この実験はマグネトロンが発振を、直接、パルスで制御するPPM (Pulse Position Modulation) の多重で行われた。マグネトロンの発振立ち上がり時の揺れによる雑音や箱根のガスにより立体回路表面の銀めっきが汚れ、Quality Factorが低下するなどの問題が生じたが、核発振器の装着、理研の特殊塗料の塗布により解決された。マグネトロンには、わが国で最初に完成させた内部空洞型マグネトロンが使用された。

29年防衛庁向無線機JAN/GRC-9、JAN/TRC-4を多数製作、また30年船舶用レーダおよ

## 感性化の新代に向う技術開発を

元常務取締役 坪井 達夫氏



30年前。その頃は一つのシリコンチップの上に一つのトランジスタを作るのが精いっぱいの時代でした。トランジスタといえば歩留まりの悪い代名詞だったころ、イオン交換樹脂を改良して洗浄水の純度をあげ、室内の空気中の塵埃をとるフィルターを改善するたびに歩留まりが上がっていきました。役員室に掲げられていた歩留まりのグラフを毎日書き込みに行くのが仕事の一つだったのも忘れられないことの一つです。

長年の仕事の中で必ず選択を迫られることがあります。当時のシリコントランジスタの作り方にメサとプレーナーの2つがありました。その頃の会社は両方を平行して進め、後でどちらかよい方を選ぶことができるほど十分なお金と人がなかったのです。種々議論の末製造にあたってはメサを捨ててプレーナーを採用しましたが、やがて世の中はプレーナーが本流となり、その選択が間違っていなかったことが分かりました。

今や世の中は変革のときを迎えています。従来の産業では効率と利益の追求に追われてきましたが、物の時代が過ぎてこれからは心の時代、感性の時代といわれています。当社の製品はまさに車を感性化する新代にふさわしいものと思います。新しい製品企画にあたっては、人に優しい、車に優しい、環境に優しいものを選択されるよう期待しています。



図1.3 宗谷搭載レーダ

び自動方向探知機、31年タクシー用VHF-FM無線機の製造を開始、32年には南極観測船宗谷にレーダ（図1.3）を納入するなど、多種多様な無線装置の開発が行われた。35年に朝日放送に納入した100kW放送機は国内最大出力を誇るものであっ

た。36年SSB (Single Side Band) 方式による船舶無線機の製造を開始した。38年に赤外線通信に関する基礎実験を始め、39年には「声の灯台」ともいえるトーキングビーコンを完成させた。このシステムは指向性アンテナ付ポータブル受信機でビーコンからの電波をキャッチし、音声で自船の位置を知ることができるもので、今日のVICS (Vehicle Information & Communication System) 受信機に通じるものがある。この年英国デッカナビゲータ社とデッカ航法装置に関し技術提携し、41年デッカ装置を海上保安庁に納入した。これらの幅広い基礎技術開発が、当社の移動通信技術の礎として活用されている。

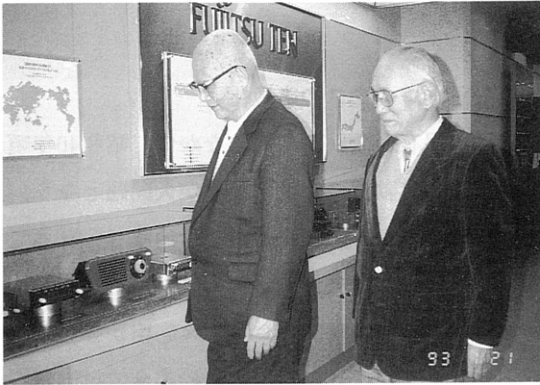


図1.5 展示室見学中の中村健也氏(左)

### 1.5 ラジオの事業化

戦後、民需生産への転換を図り、昭和20年大久保工場電波機器部でラジオ受信機の試作を開始した。国民型4号受信機に始まり、次々とホーム用ラジオを業界に先駆けて開発したが、市場の環境は厳しい状況にあった。

こんな時、28年トヨタ自動車工業株式会社から「トヨタは国産技術で乗用車を生産することになった。乗用車にはラジオが必要であり、その開発に参加しないか」と話が持ち込まれた。トヨタ自動車工業の初代主査としてトヨペット・クラウン(図1.4)の開発に活躍された中村健也氏(後参与)によれば、川西機械製作所時代からの伝統である

先進技術開発の気風が、当社へ依頼した理由であると、当時を回想された。(図1.5) 但し大手弱電メーカー数社が参加する『技術コンクール』により、優秀なものを採用するという技術優先の条件が付いた。中村主査からの要求は、「とにかく良い音がするものを作れ」ということであった。技術者達はこれまで開発してきたテン・ボックススピーカの技術を生かすと共に、ほとんどの部品を自作したプッシュボタン同調式オートラジオの試作に没頭した。そして主査が電気技術者でHiFiマニアだったため、その指導の下、当社はトヨタサウンドの原型と言える低音から高音まで迫力と透明感のあるオートラジオの開発に努力した。このように当社のオートラジオにかかる意気込みと主査の要求に対するフォローの速さが認められ、競合メーカーを退け、当社がトヨタ純正に決定された。

30年当初から納入が開始されたが、地方の車両ディーラから受信できないとクレームが入り、現地へ出張して調べてみると、プッシュボタンが工場出荷時の神戸や大阪の放送局にセットされたままの状態であることが判明した。これをきっかけにアフターサービスの必要性を痛感した当社は業界に先駆けてサービス体制の充実を図った。



図1.4 初代トヨペット・クラウンとオートラジオ (写真提供：トヨタ自動車)

35年には自動同調（サーチ）式オートラジオの開発に着手した。その後、パーフェクトサーチ（間欠サーチ）などクラウン用には常に最先端のオートラジオが搭載された。

36年長谷川龍雄主査（後専務）によって大衆車トヨタ・パブリカが開発された。主査は広く欧米の情報を得て、この車のオートラジオには車内だけでなく野外でも使えるポータブル兼用ラジオが相応しいと考えられた。その要求に応えた当社のオートラジオUP-10が純正に採用された。他方自動車の販売が伸びるなかで、39年一般市販用に発売した5P B (Push Button) オートラジオAR-802は爆発的な売れ行きを示した。

41年長谷川主査はトヨタ・カローラ（図1.6）を開発されたが、AR-802の市場での実績を評価され、この改良型をカローラ用純正に採用していただくことができた。当社にとっては、量産技術を蓄積する上で、重要な受注獲得であった。

このように両主査や関係者らのご指導、ご支援もあって、30年からトヨタ自動車工業へ納入を始めたオートラジオが当社発展の礎となり、41年からトヨタ・カローラに採用されたことが飛躍へと

大きく貢献した。

### 1.6 モートロニクスの事業化

自動車保有台数が急増するなかで、昭和40年頃より米国で自動車の安全、公害が大問題となり、いわゆるマスキー法による規制が始まり、日本でも次々と規制が実施されるようになった。これらの対策として、エレクトロニクス応用が必要と考えられるようになり、富士通の幹部会で村田正二ラジオ部長（後当社副社長）がモートロニクスの将来性について説明、46年5月ラジオ部門にモートロニクス開発部を設け研究していくことになった。その後この研究に関しトヨタ自動車工業と積極的に接触を続けるうち、米国ベンディックス社から技術提携の話があり、この件をトヨタ自動車工業に打診した。その後数次の折衝を経て、両社のニーズが一致し、これを実行するため47年10月当社が設立されモートロニクス事業化の一步を踏み出した。

トヨタ自動車工業側から、長谷川常務が中心になり幹事の小林育也課長、富士通側から村田常務、大石政智部長、宇和完部長代理（後開発部

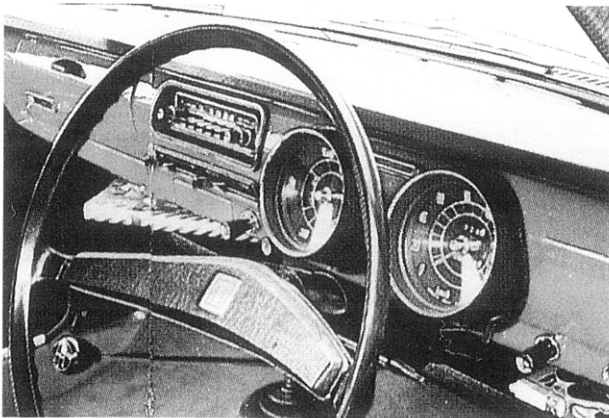


図1.6 初代トヨタ・カローラとオートラジオ（写真提供：トヨタ自動車）

昭和48年2月時点



表1.1 TF技術委員会

長)、春田豊課長および富士通、日本電装株式会社からメンバーが選ばれてTF技術委員会（表1.1）が結成され、48年2月第1回目の会議が行われた。その後、更に2回の会議を通じて新会社を取り上げるべき技術開発テーマやトヨタグループ、富士通グループの協力のあり方などが審議決定された。社内では第1回MDプロジェクト会議が48年3月開催され、需要予測、技術開発計画、企業計画、サービス体制などを関連部門が協力してまとめた。初回の会議で、第1次売上高の目標として、年100億円を計画し意気軒高ぶりを示した。自動車の電気系統図の中に当社が作れるもの、もうかるもの

を連日のブレインストーミングで書き込んでいったが、トヨタ自動車からエンジンコントロールのデータを手に入しても、その意味が分からず解説してもらって、ようやく理解できる状態であった。

他部門からは「3年間は飯を食わしたる」など厳しい目を向けられながらも、新規分野の開拓に情熱を燃やし、試作を繰り返した。コスト低減には無線技術で培われた回路技術力が部品点数削減に生かされた。顕著な効果を上げたのは、やはり富士通の半導体であった。当初はICのセラミックパッケージに固執した半導体部門も当社技術者の熱意に動かされ自動車という厳しい環境下で、樹脂パッケージの実用化を成功させた。

このような試行錯誤の中から、最初に開発したのが、安全ベルト制御と排出ガス制御用の電子機器であった。

## 1.7 むすび

売上高1,000億円を越える企業に成長した当社であるが、その基盤は電子産業の先端技術に挑戦し、吸収していった先輩達の努力によって築かれたものである。

昭和26年1月に真空管技術部が発刊した第1号の報告書の中で、有住徹弥氏は生産の科学的管理や問題解決に統計手法の導入を示唆したり、工程や材料の標準化の重要性を述べている。また、江崎玲於奈氏は編集後記で次の様に書いている。

「……終戦以来5年目に当たり、技術部も着々体制を整え卓抜なResearchも次第に成果を挙げ、Developmentへの道を開いた年であった。純粋科学の立場より問題をつきとめ、意識的に技術の進歩、改良を行う所に我々の誇りがある。彌縫策を講ずる限り、若干の改良はあるかも知れぬが技術の進歩は望めぬであろう。我々が考うべき事は如

**一 言****元トヨタ自動車㈱ 専務取締役 長谷川 龍雄氏**

昭和40年代は、自動車産業が急成長した時代で、トヨタとしても将来のことを考えると、エレクトロニクスの技術情報を入手し易くしておく必要がありました。トヨタのニーズと、メカトロや車の通信分野に積極的に進出したい富士通の企図が合致したことが、富士通テンができた背景でしょうね。

多くの巨大メーカーから話が持ち込まれてきましたので、私は調整役でした。富士通テンには親しみがあったんですが、50年代に品質問題を起こした時には、「クレームが0.1%を超えるものは、自動車部品ではない」と厳しく対応しました。

毎回送ってもらっている富士通テン技報を見て、テンの評判を町で聞いてみますが、大変良くなっていますね。これからは、オーディオシステムでもミクロの解析ができなければ駄目です。例えばスピーカであれば、どの部分がどの様に振動するのか、メカニズムの解析を通し、形状、材料、それらをコントロールする技術を蓄積してもらいたいですね。そうすれば、悪い所をつぶすこともできるし、新しいものを創成することもできます。

何にすれば研究実績を挙げ得るか。能率的、効果的にDevelopmentし得るかと言うことである。研究を押し進め成果を挙げる為には、常に自己の研究をまとめ、方針を誤らぬ事が大切である。討論会で議論し、或は本書の様なPrintにして公表するのは必要な事であろう。又急速に進展する外国の研究成果を吸収するのも最も大事な事の一つと

思はれる。この為各自分担して本書に文献紹介するのも一助となるであろう。Developmentへの為には現場と常に連繫を保ち、研究成果は現場に直ちに伝えられねばならぬ。……」

現在にも通じる一言一言であり、当社が受け継いでいる最も大切な技術者気質である。